

Helsinki 6.8.2004

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 20 SEP 2004

WIPO

PC



Hakija
Applicant

Sandvik Tamrock Oy
Tampere

Patenttihakemus nro
Patent application no

20031035

Tekemispäivä
Filing date

07.07.2003

Kansainvälinen luokka
International class

B25D

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Iskulaite ja menetelmä jännityspulssin muodostamiseksi iskulaitteessa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

BEST AVAILABLE COPY

Iskulaite ja menetelmä jännityspulssin muodostamiseksi iskulaitteessa

Keksinnön ala

- 5 Keksinnön kohteena on painenestekäyttöinen iskulaite, jossa on runko, johon on asennettavissa pituussuunnassaan liikkuvasti työkalu, ohjausvälineet painenesteen syötön ohjaamiseksi iskulaitteella ja välineet jännityspulssin aikaansaamiseksi työkaluun painenesteen paineen avulla. Edelleen keksinnön kohteena on menetelmä jännityspulssin muodostamiseksi painenestekäyttöisessä iskulaitteessa.

10 Keksinnön tausta

- Tunnetuissa iskulaitteissa isku aikaansaadaan käyttäen edestakaisin liikkuvaa iskumäntää, jonka liike aikaansaadaan tyypillisesti hydraulisesti tai pneumaattisesti sekä joissakin tapauksissa sähköisesti tai polttomoottorin avulla. Jännityspulssi työkaluun kuten poratankoon syntyy, kun iskumäntä is-
- 15 kee joko poraniskan tai työkalun iskupäähän.

- Tunnetuissa iskulaitteissa on ongelmana, että iskumännän edestakainen liike saa aikaan dynaamisia kiihdytysvoimia, jotka vaikeuttavat laitteiston hallintaa. Iskumännän kiihtyessä iskusuuntaan pyrkii samanaikaisesti iskulaiteen runko siirtymään vastakkaiseen suuntaan ja siten keventämään porakruunun tai työkalun kärjen puristusvoimaa työstettävän materiaalin suhteen. Jotta porakruunun tai työkalun puristusvoima työstettävää materiaalia vasten säilyisi riittävän suurena, täytyy iskulaitetta työntää materiaalia kohti riittävällä voimalla. Tämä puolestaan aiheuttaa sen, että niin iskulaiteen kannatinrakenteissa kuin muissakin täytyy ottaa tämä ylimääräinen voima huomioon, minkä
- 20 seurauksena laitteiston koko ja massa sekä valmistuskustannukset lisääntyvät. Iskumännän massasta johtuva hitaus rajoittaa iskumännän edestakaisin liikkeen taajuutta ja siten iskutaajuutta, jota tehokkaamman tuloksen aikaansaamiseksi pitäisi nykyisestään pystyä nostamaan merkittävästi. Nykyisillä ratkaisuilla tästä seuraa kuitenkin hyötysuhteen merkittävä huononeminen, jonka
- 30 vuoksi se ei käytännössä ole mahdollista.

Keksinnön lyhyt selostus

 Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada iskulaite, minkä toiminnan aikaansaamien dynaamisten voimien haitat ovat tunnettuja ratkaisu-

ja vähäisemmät sekä menetelmä jännityspulssin aikaansaamiseksi. Keksinnön mukaiselle iskulaitteelle on ominaista se,

että iskulaitteessa on painenestettä täynnä oleva työkammio ja työkammiossa rungon suhteen työkalun pituussuunnassa liikkuvasti asennettu välitysmäntä, jonka työkalun puoleiseen päähän työkalu on kosketuksessa joko suoraan tai välillisesti ainakin jännityspulssin muodostamisen aikana ja jossa on työkaluun nähden sen aksiaalisuunnassa vastakkaisella puolella työkammioon päin sijaitseva painepinta,

että iskulaitteessa on energianvarausvälineet jännityspulssin muodostamiseen tarvittavan iskulaitteeseen syötettävän painenesteen energian varaamiseksi ja

että ohjausvälineet on kytketty jaksottaisesti vuorotellen päästämään työkammiossa olevan painenesteen painetta korkeammassa paineessa olevaa painenestettä työkammioon, mikä saa työkammiossa vastaavasti aikaan äkillisen paineen nousun ja sen seurauksena voiman, joka työntää välitysmäntää työkalun suuntaan puristaen työkalua pituussuunnassa kokoon ja saaden siten työkalussa aikaan jännityspulssin, jonka muodostuminen lakkaa olennaisesti samalla, kun mainitun voiman vaikutus työkaluun lakkaa, ja vastaavasti päästämään painenestettä pois työkammioista.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on ominaista se, että iskulaitteen painenestettä täynnä olevaan työkammioon syötetään työkammiossa olevan painenesteen painetta korkeammassa paineessa olevaa painenestettä, mikä saa työkammiossa tapahtuvan äkillisen paineen nousun seurauksena aikaan voiman, joka työntää välitysmäntää työkalun suuntaan puristaen työkalua pituussuunnassa kokoon ja saaden siten työkalussa aikaan jännityspulssin, jonka jännityspulssin muodostuminen lakkaa olennaisesti samalla, kun mainitun voiman vaikutus työkaluun lakkaa, ja vastaavasti päästämään painenestettä pois työkammioista.

Keksinnön olennainen ajatus on, että iskun aikaansaamiseen käytetään nesteeseen sitä kokoon puristettaessa varautuvaa energiaa, joka saadaan siirtymään työkaluun päästämällä paineinen neste vaikuttamaan äkillisesti työkammiossa olevaan välitysmäntään, joka painepulssin vaikutuksesta puristaa työkalua sen aksiaalisuunnassa kokoon ja siten saa aikaan iskun eli jännityspulssin työkaluun. Vielä keksinnön erään edullisen toteutusmuodon olennainen ajatus on, että iskulaitteessa on energian varaamista varten energianvaraustila, johon syötetään painenestettä painenestepumpulta ja että jän-

nityspulssin aikaansaamiseksi päästetään energianvaraustilasta painenestettä jaksottaisesti vaikuttamaan välitysmäntään jännityspulssin muodostamiseksi. Vielä keksinnön erään toisen edullisen toteutusmuodon olennainen ajatus on, että energianvaraustilan tilavuus on suuri työkammioon yhden jännityspulssin muodostumisen aikana syötetyn painenestemäärän tilavuuteen verrattuna, edullisesti vähintään n. 5 – 10 kertaa niin suuri. Vielä keksinnön erään kolmannen edullisen toteutusmuodon olennainen ajatus on, että iskulaitteen toiminnan aikana painenestettä syötetään energianvaraustilaan jatkuvasti

Keksinnön etuna on se, että tällä tavalla aikaansaadussa impulssi-
 10 maisessa iskuliikkeessä ei tarvita edestakaisin liikkuvaa iskumäntää, minkä seurauksena ei suuria massoja liikutella iskusuunnassa edestakaisin ja dynaamiset voimat ovat pieniä tunnettujen ratkaisujen edestakaisin liikkuvien painavien iskumäntien dynaamisiin voimiin verrattuna. Edelleen tämän rakenteen etuna on, että se on varsin yksinkertainen ja siten helppo toteuttaa.

15 Kuvioden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan lähemmin oheisissa piirustuksissa, joissa

Fig. 1 esittää kaavamaisesti keksinnön mukaisen iskulaitteen toimintaperiaatetta,

Fig. 2 esittää kaavamaisesti erästä keksinnön mukaisen iskulaitteen
 20 toteutusmuotoa,

Fig. 3 esittää kaavamaisesti erästä toista keksinnön mukaisen iskulaitteen toteutusmuotoa,

Fig. 4a ja 4b esittävät kaavamaisesti eräillä keksinnön mukaisilla iskulaitteen toteutusmuodoilla saatuja jännityspulsseja,

25 Fig. 5a ja 5b esittävät kaavamaisesti fig. 4a ja 4b esittämien iskulaitteen toteutusmuotojen pulssienergioita ja energiahäviöitä,

Fig. 6a ja 6b esittävät kaavamaisesti erästä kolmatta keksinnön mukaisen iskulaitteen toteutusmuotoa ja

Fig. 7 esittää kaavamaisesti erästä neljättä keksinnön mukaisen iskulaitteen toteutusmuotoa.
 30

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Fig. 1 esittää kaavamaisesti keksinnön mukaisen iskulaitteen toimintaperiaatetta. Siinä iskulaite 1 ja sen runko 2, minkä toiseen päähän on asennettu iskulaitteen 1 suhteen pituussuunnassaan liikkuvasti työkalu 3.

35 Edelleen iskulaitteeseen kuuluu energianvaraustila 4, mikä voi olla rungon 2

sisällä tai siihen kiinnitetty erillinen säiliö painenestettä varten. Tätä mahdollisuutta on havainnollistettu katkoviivalla 2a, mikä kuvaa mahdollista erillisen rungon ja painenestesäiliön liitosta. Energianvaraustila 4 voi käsittää myös yhden tai useamman paineakun. Energianvaraustila 4 on täynnä painenestettä. Iskulaitteen toimiessa energianvaraustilaan 4 syötetään painenestettä esimerkiksi jatkuvasti painenestepumpun 5 avulla painenesteen tulokanavan 6 kautta. Edelleen energianvaraustila 4 on kytketty syöttökanavan 4a avulla ohjausventtiiliin 7, joka ohjaa painenesteen syöttöä työkammioon 8. Työkammiossa 8 on sen ja työkalun 3 välissä oleva välitysmäntä 9, joka voi liikkua rungon 2 suhteen työkalun 3 aksiaalisuunnassa. Työkammio 8 on myös täynnä painenestettä. Energianvaraustilassa 4 oleva paineneste on puristunut kokoon siihen vaikuttavan paineen vuoksi vaikuttavan paineen suhteessa.

Iskulaitetta käytettäessä sitä työnnetään eteenpäin niin, että työkalun 3 pää on suoraan tai erillisen välityskappaleen kuten poraniskan tms. välityksellä tukevasti painautuneena välitysmäntää 9 vasten ainakin jännityspulssin muodostamisen aikana. Niinpä välitysmäntä voi olla hieman irti aluksi, kunhan se jännityspulssin muodostamisen alkaessa olennaisesti välittömästi asettuu vaikuttamaan työkaluun. Päästettäessä painenestettä ohjausventtiiliin 7 avulla nopeasti energianvaraustilasta 4 työkammioon 8 se vaikuttaa välitysmännän 9 työkalusta sen aksiaalisuunnassa poispäin olevaan painepintaan 9a. Äkillinen paineisen painenesteen syöksyminen työkammioon 8 saa aikaan painepulssin ja sen seurauksena välitysmäntään 9 vaikuttavan voiman, joka työntää välitysmäntää 9 työkaluun 3 päin ja puristaa työkalua sen pituussuunnassa kokoon. Seurauksena on poratankoon tai muuhun työkaluun syntyvä jännityspulssi, joka aaltona edetessään työkalun kärkeen aiheuttaa siellä iskun kohteena olevaan materiaaliin, kuten sinänsä tunnetuilla iskulaitteilla. Jännityspulssin muodostuttua yhteys energianvaraustilasta 4 työkammioon 8 katkaistaan ohjausventtiilillä 7, jolloin jännityspulssin muodostuminen lakkaa, ja paine työkammioista 8 päästetään pois yhdistämällä työkammio 8 paluukanavan 10 kautta painenestesäiliöön 11.

Välitysmännän 9 työkaluun 3 aikaansaaman voiman vaikutus voidaan lopettaa myös muulla tavoin, kuin lopettamalla painenesteen syöttö työkammioon 8. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että välitysmännän 9 liike pysäytetään olaketta 2' vasten, jolloin välitysmännän 8 takana vaikuttava paine ei enää pysty työntämään sitä rungon 2 suhteen työkalun 3 suuntaan. Myös tässä toteutusmuodossa painenestettä päästetään virtaamaan työkam-

miosta 8 paluukanavan 10 kautta painenestesäiliöön 11, jotta välitysmäntä 9 saadaan alkuasemaansa.

5 Työkammiossa 8 vaikuttavan painepulssin aikaansaaman voiman seurauksena olevan jännityspulssin muodostuminen työkalussa 3 päättyy olennaisesti samanaikaisesti kuin voiman vaikutus työkaluun, vaikkakin niiden välillä on merkityksetön viive.

10 Jotta riittävä energiamäärä saataisiin siirtymään työkammioon 8 ja sen kautta välitysmäntään 9, on energianvaraustilan 4 oltava tilavuudeltaan olennaisesti suurempi kuin työkammioon 8 yhden jännityspulssin muodostumisen aikana syötetyn painenestemäärän tilavuus. Edelleen etäisyyden energianvaraustilan 4 ja työkammion 8 välillä on oltava suhteellisen lyhyt ja vastaavasti syöttökanavan 4a poikkipinta-alan olisi oltava suhteellisen suuri, jotta virtaushäviöt saataisiin pidetyksi mahdollisimman pieninä.

15 Fig. 2 esittää kaavamaisesti erästä keksinnön mukaisen iskulaitteen toteutusmuotoa. Tässä toteutusmuodossa painenestettä syötetään tulokanavaa 6 pitkin energianvaraustilaan 4. Ohjausventtiili 7 on tässä toteutusmuodossa pyörivä venttiili, joka käsittää holkkimaisen ohjauselementin 7a työkammion 8 ja välitysmännän 9 ympärillä. Ohjauselementissä 7a on yksi tai useampi aukko, joiden avulla painenestettä jaksottaisesti vuorotellen päästetään virtaamaan energianvaraustilasta 4 syöttökanavan 4a kautta työkammioon ja vastaavasti sieltä pois.

25 Energianvaraustilan 4 ja ohjausventtiilin 7 välisen syöttökanavan 4a pituus on iso L_k . Ennen kuin ohjauselementin 7a aukko aukaisee yhteyden syöttökanavasta 4a työkammioon 8, on paine energianvaraustilassa 4 ja syöttökanavassa 4a sama eli p_i . Vastaavasti työkammiossa on ns. tankkipaine eli sen paine on likimain nolla. Kun ohjausventtiili 7 pyöriessään pääsee tilanteeseen, jossa ohjauselementin 7a aukko aukaisee yhteyden syöttökanavasta 4a työkammioon 8, pääsee paineneste virtaamaan työkammioon. Syöttökanavan 4a paine ohjausventtiilin ulkopuolella laskee ja vastaavasti työkammion paine nousee sen kanssa samansuuruiseksi. Samalla syntyy negatiivinen paineaalto, joka etenee syöttökanavassa 4a kohti energianvaraustilaa 4. Negatiiviselta paineaallolta kuluu aika t_k ennen kuin se saavuttaa energianvaraustilan 4. Kulunut aika voidaan määritellä kaavalla

35
$$t_k = \frac{L_k}{c_{oil}},$$

missä c_{oil} on äänennopeus käytetyssä painenesteessä. Kun paineaalto saavuttaa energianvaraustilan 4, pyrkii syöttökanavan 4a ...paine pu-
toamaan ja samalla olennaisesti vakiopaineisesta energianvaraustilasta virtaa
5 painenestettä syöttökanavaan 4a. Tästä puolestaan seuraa positiivinen paine-
aalto, joka nyt etenee syöttökanavaa 4a pitkin työkammiota 8 kohti. Jos yhteys
syöttökanavasta 4a ohjausventtiiliin ohjauselementin 7a aukon kautta työkam-
mioon on edelleen auki, purkautuu mainittu positiivinen paineaalto työkammi-
oon. Jälleen, mikäli työkammion 8 paine on edelleen alhaisempi kuin energi-
10 anvaraustilan 4 paine, syntyy uusi negatiivinen paineaalto, joka jälleen etenee
energiaanvaraustilaa 4 kohti ja jälleen heijastuu takaisin positiivisena paineaal-
tona. Tämä ilmiö toistuu, kunnes paine on tasaantunut työkammion 8 ja ener-
gianvaraustilan 4 välillä tai ohjausventtiili 7 sulkee niiden väliset yhteydet. Kun
syöttökanavan pituus L_k valitaan niin, että paineaalto ehtii matkustamaan etäi-
15 syyden L_k edestakaisin ainakin kerran yhteyden syöttökanavan 4a ja työkam-
mion 8 välillä ollessa auki, on tuloksena progressiivinen paineen nousu työ-
kammiossa 8. Vastaavasti siitä seuraa, että työkaluun 3 aiheutettu jännitys-
pulssi on myös muodoltaan progressiivinen.

Fig. 3 esittää kaavamaisesti erästä toista keksinnön mukaisen isku-
20 laitten toteutusmuotoa. Siinä on esitetty toteutusmuoto, jossa painenestettä
syötetään energianvaraustilasta 4 työkammioon 8 kahta erillistä syöttökanavaa
4a1 ja 4a2 pitkin. Yksinkertaisuuden vuoksi energianvaraustilat on esitetty
kahtena erillisenä.

Tässä toteutusmuodossa energianvaraustilasta johtaa ohjausventtiili-
25 lille 7 syöttökanava 4a1, jonka pituus on L_{k1} ja poikkipinta-ala A_{k1} . Nämä ovat
dimensioltaan suuremmat kuin toisen syöttökanavan 4a2 pituus L_{k2} ja poikki-
pinta-ala A_{k2} . Tässä toteutusmuodossa jännityspulssi muodostuu pääpiirtei-
tään samoin kuin Fig. 2 yhteydessä on kuvattu. Tässä tapauksessa kuitenkin
paineaaltojen kulkuajat syöttökanavissa 4a1 ja 4a2 ovat erilaiset, koska kana-
30 vat ovat mitoiltaan erilaisia. Vastaavasti syöttökanavissa 4a1 ja 4a2 kulkevien
paineaaltojen vaikutukset työkammion 8 paineen nousuun ovat erilaiset, koska
syöttökanavien 4a1 ja 4a2 poikkipinta-alat ovat myös eri suuruiset. Niinpä pie-
nemässä syöttökanavassa 4a2 kulkevan paineaallon purkautuminen työ-
kammioon 8 nostaa painetta vähemmän, koska paineaaltoon liittyvä tilavuu-
35 den muutos on myös pienempi. Valitsemalla sopivasti syöttökanavien 4ai ($i = 1$
– n) pituudet ja poikkipinta-alat, saadaan työkammion 8 paineen nousu sääde-

tyksi tehokkaammin kuin pelkästään yhtä syöttökanavaa käyttämällä. Syöttökanavien lukumäärä voi olla tarpeen mukaan 1, 2 tai useampi, vaikkakin jo 3 sopivan mittaisella syöttökanavalla saadaan jännityspulssin muoto ja voimakkuus säädetyksi varsin tehokkaasti halutuksi.

5 Fig. 4a ja 4b esittävät kaavamaisesti Fig. 2 ja vastaavasti Fig.3 esittämien toteutusmuotojen avulla aikaansaatuja jännityspulssien muotoa ja voimakkuutta. Fig. 4a esittää Fig. 2 mukaisen ratkaisun jännityspulssia, jolloin siitä näkyy, kuinka ohjausventtiilin aukaiseminen aiheuttaa ensin jännityksen nousun nolasta noin 40 Mpa:iin ja sen jälkeen jännityspulssien heijastumisesta
10 seuraa toinen nousu, minkä tuloksena jännityksen huippuarvo on noin. 90 Mpa. Fig.4 b mukaisessa ratkaisussa on käytetty 3 mitoiltaan erilaista syöttökanavaa. Fig. 4b puolestaan esittää Fig. 3 mukaisen toteutusmuodon avulla aikaansaatuja jännityspulsseja. Siinä syntyy ensin jännityksen nousu, joka sen jälkeen progressiivisemmin molempien syöttökanavien 4a1 ja 4a2 painepulssien vaikutuksesta nousee kokonaisuutena noin. 120 MPa:iin. Näin samalla energianvaraustilan paineella saadaan aikaan halutun muotoinen jännityspulssi samalla, kun jännityspulssin maksimiarvo nousee noin 30 % Fig. 2 mukaiseen ratkaisuun verrattuna. Vastaavasti tämä useampaa tapausta. Useamman erilaisen syöttökanavan käyttö parantaa myös iskulaitteen hyötysuhdetta.
15 Koska venttiili toimii aina jossain määrin kuristimena, siinä häviää aina energiaa, mikä voidaan laskea kaavasta

$$E_h = \int q \Delta p dt ,$$

missä q on kuristuksen yli tapahtuva virtaus sekä Δp on kuristuksen yli oleva
25 paine-ero. Käyttämällä sopivan pitkiä painenesteen syöttökanavia, tasoittuu paine-ero ohjausventtiilin yli erittäin nopeasti ilman, että energianvaraustilan 4 ja työkammion 8 paineiden olisi oltava samat. Tästä seuraa, että ohjausventtiilin aikaansaama energiahäviö muodostuu pienemmäksi.

Fig. 5a ja 5b esittävät Fig.4a ja 4b vastaavista toteutusmuodoista
30 aikaansaadut pulssienergiat sekä energiahäviöt ohjausventtiilin yli olevassa kuristuksessa. Kuten kuvioista ilmenee, on yhdellä syöttökanavalla varustetussa toteutusmuodossa pulssienergia maksimissaan noin 35 J ja energiahäviö vastaavasti noin 10 J. Kolmella syöttökanavalla toteutetussa ratkaisussa on pulssienergia noin 55 J ja energiahäviö noin 13 J, jolloin nettohyöty Fig. 5a mukaisessa tapauksessa on noin 25 J ja Fig. 5b mukaisessa tapauksessa
35 noin 42 J.

Fig. 6a ja 6b esittävät erästä tapaa toteuttaa syöttökanavien pituudensäättö haluttaessa säätää jännityspulssin muotoa ja ominaisuuksia. Tässä toteutusmuodossa käytetään ratkaisua, jossa syöttökanavan 4a liittymäpituus L_{ki} on säädettävissä käyttämällä energianvaraustilan 4 sisällä olevaa säätöholkkia 4b. Siirtämällä säätöholkin 4b asemaa saadaan syöttökanavan 4a yhteys työkammioon 8 siirretyksi lähemmäksi tai kauemmaksi energianvaraustilasta 4, jolloin vastaavasti painenesteen virtaus ja sen vaikutus jännityspulssiin muuttuu. Fig. 6b esittää Fig. 6a mukaista ratkaisua linjan A – A kohdalta leikatuna.

Fig. 7 esittää kaavamaisesti erästä toista toteutusmuotoa keksinnön mukaisen iskulaitteen syöttökanavien pituuden säätämiseksi. Tässä toteutusmuodossa käytetään yhdessä tai useammassa syöttökanavassa, Fig. 7 esittämässä tapauksessa kahdessa syöttökanavassa 4a1 ja 4a2 olevia säätöholkkeja 4b1 ja 4b2, joita pystytään siirtämään vastaavan syöttökanavan pituussuunnassa työkammioon 8 päin ja vastaavasti siitä poispäin. Tällöin vastaavasti voidaan säätää energianvaraustilasta 4 työkammioon 8 johtavien syöttökanavien pituutta ja siten jännityspulssin muotoa ja muita ominaisuuksia.

Keksintöä on edellä selityksessä ja piirustuksissa esitetty vain esimerkinomaisesti, eikä sitä ole millään tavalla rajoitettu siihen. Esitetyissä toteutusmuodoissa keksintöä on esitetty vain kaavamaisesti ja vastaavasti venttiilit ja painenesteen syöttöön liittyvät kytkennät on esitetty kaavamaisesti. Keksinnön toteuttamiseen voidaan käyttää sinänsä mitä tahansa sopivia venttiiliratkaisuja. Olennaista on, että jännityspulssin aikaansaamiseksi työkaluun käytetään painenestettä, jota sopivin välein halutun iskutaajuuden aikaansaamiseksi johdetaan painepulsseina vaikuttamaan välitysmännän painepintaan niin, että työkaluun muodostuu sen läpi kohteena olevaan materiaaliin etenevä jännityspulssi. Välitysmäntä voi olla työkalusta erillinen, mutta joissakin tapauksissa myös kiinteä osa työkalua.

Patenttivaatimukset

1. Painenestekäyttöinen iskulaite, jossa on runko, johon on asennettavissa pituussuunnassa liikkuvasti työkalu, ohjausvälineet painenesteen syötön ohjaamiseksi iskulaitteella ja välineet jännityspulssin aikaansaamiseksi työkaluun painenesteen paineen avulla, t u n n e t t u siitä,

5 että iskulaitteessa on painenestettä täynnä oleva työkammio ja työkammiossa rungon suhteen työkalun pituussuunnassa liikkuvasti asennettu välitysmäntä, jonka työkalun puoleiseen päähän työkalu on kosketuksessa joko suoraan tai välillisesti ainakin jännityspulssin muodostamisen aikana ja jossa on työkaluun nähden sen aksiaalisuunnassa vastakkaisella puolella työkammioon päin sijaitseva painepinta,

10 että iskulaitteessa on energianvarausvälineet jännityspulssin muodostamiseen tarvittavan iskulaitteeseen syötettävän painenesteen energian varaamiseksi ja

15 että ohjausvälineet on kytketty jaksottaisesti vuorotellen päästämään työkammiossa olevan painenesteen painetta korkeammassa paineessa olevaa painenestettä työkammioon, mikä saa työkammiossa vastaavasti aikaan äkillisen paineen nousun ja sen seurauksena voiman, joka työntää välitysmäntää työkalun suuntaan puristaen työkalua pituussuunnassa kokoon ja saaden siten työkalussa aikaan jännityspulssin, jonka muodostuminen lakkaa olennaisesti samalla, kun mainitun voiman vaikutus työkaluun lakkaa, ja vastaavasti päästetään painenestettä pois työkammioista, jotta välitysmäntä saadaan palautetuksi olennaisesti alkuperäiseen asentoonsa.

20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että voiman vaikutuksen lopettamiseksi ohjausvälineet on kytketty sulkemaan painenesteen pääsy työkammioon.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineet on kytketty lopettamaan voiman vaikutus päästämällä painenestettä pois työkammioista.

30 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu rajoitineliimet välitysmännän työkalun suuntaan tapahtuvan liikkeen pysäyttämiseksi niin, että voiman vaikutus työkaluun lakkaa.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että iskulaitteessa on energianvarausvälineenä paineista painenestettä täynnä oleva energianvaraustila, jonka tilavuus on olennaisesti suu-

ri verrattuna yhden jännityspulssin muodostamisen aikana työkammioon syötetyn painenestemäärän tilavuuteen.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että iskulaitteen ollessa toiminnassa painenestettä syötetään energianvaraustilaan niin, että energianvaraustilassa säilyy ennalta määrätty painetaso, ja että ohjausvälineet on kytketty jaksottaisesti vuorotellen päästämään painenestettä energianvaraustilasta työkammioon ja vastaavasti sulkemaan yhteys energianvaraustilan ja työkammion välillä.

7. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineisiin kuuluu pyörivä ohjausventtiili, jossa on sen pyörimissuunnassa peräkkäin useita aukkoja painenesteen syöttämiseksi energianvaraustilasta 4 usean syöttökanavan (4a) kautta samanaikaisesti työkammioon 8.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että kukin syöttökanava (4a) on pituudeltaan ja poikkileikkaukseltaan keskenään samanlainen.

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että siinä on ainakin kaksi pituudeltaan ja/tai poikkipinta-alaltaan erilaista energianvaraustilasta työkammioon (8) johtavaa syöttökanavaa (4a1, 4a2).

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että siinä on ainakin yksi venttiili pituudeltaan ja/tai poikkipinta-alaltaan erilaisten syöttökanavien (4a1, 4a2) kytkemiseksi käyttöön ja pois käytöstä.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että ainakin yhden syöttökanavan (4a; 4a1, 4a2) pituus energianvaraustilasta (4) työkammioon (8) on säädettävissä.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 5 - 11 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että energianvaraustila on muodostettu säiliöstä, jonka seinät paineen vaikutuksesta joustavat niin, että energianvaraustilan tilavuus kasvaa paineen kasvaessa.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 5 - 12 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että energianvaraustila (4) on rungosta (2) erillinen säiliö.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 5 - 13 mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että ainakin yksi energianvaraustila (4) on paineakku.

15. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n n e t t u siitä, että välitysmäntä on kalvotyyppinen.

16. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n -
n e t t u siitä, että välitysmännän työntämiseen takaisin ennen jännityspulssia
olleeseen asemaansa käytetään iskulaitteen syöttövoimaa.

17. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n -
5 n e t t u siitä, että siihen kuuluu välineet välitysmännän palauttamiseksi iskun
jälkeen iskulaitteen suhteen iskua edeltäneeseen asemaansa saattamalla väli-
tysmäntään vaikuttamaan erillinen iskulaitteen ja välitysmännän välillä vaikut-
tava voima, joka työntää välitysmäntää työkammioon päin.

18. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen iskulaite, t u n -
10 n e t t u siitä, että välitysmännän liikematka työkammiossa on muutamia mil-
limetrejä.

19. Menetelmä jännityspulssin muodostamiseksi patenttivaatimuk-
sen 1 mukaisessa painenestekäyttöisessä iskulaitteessa t u n n e t t u siitä,
että iskulaitteen painenestettä täynnä olevaan työkammioon syötetään työ-
15 kammiossa olevan painenesteen painetta korkeammassa paineessa olevaa
painenestettä, mikä saa työkammiossa tapahtuvan äkillisen paineen nousun
seurauksena aikaan voiman, joka työntää välitysmäntää työkalun suuntaan
puristaen työkalua pituussuunnassa kokoon ja saaden siten työkalussa aikaan
jännityspulssin, jonka jännityspulssin muodostuminen lakkaa olennaisesti sa-
20 malla, kun mainitun voiman vaikutus työkaluun lakkaa, ja vastaavasti pääste-
tään painenestettä pois työkammiosta, jotta välitysmäntä saadaan palautetuksi
olennaisesti alkuperäiseen asemaansa.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, t u n n e t t u sii-
tä, että energianvarausvälineenä käytetään paineista painenestettä täynnä
25 oleva energianvaraustilaa, jonka tilavuus on olennaisesti suuri työkammioon
yhden jännityspulssin muodostumisen aikana syötetyn painenestemäärän tila-
vuuteen verrattuna.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, t u n n e t t u sii-
tä, että, että iskulaitteen ollessa toiminnassa painenestettä syötetään energi-
30 anvaraustilaan niin, että energianvaraustilassa säilyy ennalta määrätty paine-
taso, ja että ohjausvälineet on kytketty jaksottaisesti vuorotellen päästämään
painenestettä energianvaraustilasta työkammioon ja vastaavasti sulkemaan
yhteys energianvaraustilan ja työkammion välillä.

22. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 21 mukainen menetelmä,
35 t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineenä käytetään pyörivää venttiiliä, jossa on
sen pyörimissuunnassa peräkkäin useita aukkoja painenesteen syöttämiseksi

energianvaraustilasta (4) usean syöttökanavan (4a) kautta samanaikaisesti työkammioon (8).

23. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 22 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painenestettä syötetään energianvaraustilasta työkammioon ainakin kahden pituudeltaan ja poikkipinta-alaltaan keskenään samanlaisen syöttökanavan (4a) kautta.

24. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 23 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painenestettä syötetään energianvaraustilasta työkammioon ainakin kahden pituudeltaan ja poikkipinta-alaltaan keskenään erilaisen syöttökanavan (4a) kautta.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että jännityspulssin ominaisuuksien säätämistä varten kytketään pituudeltaan ja/tai poikkipinta-alaltaan erilaisia syöttökanavia (4a1, 4a2) käyttöön ja pois käytöstä.

26. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 25 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ainakin yhden syöttökanavan (4a; 4a1, 4a2) pituus energianvaraustilasta (4) työkammioon (8) on säädettävissä.

27. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 26 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että energianvaraustilana käytetään säiliötä, jonka seinät paineen vaikutuksesta joustavat niin, että energianvaraustilan tilavuus kasvaa paineen kasvaessa.

28. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 27 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että energianvaraustilana (4) käytetään rungosta (2) erillistä säiliötä.

29. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 28 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ainakin yhtenä energianvaraustilana (4) käytetään paineakkua.

30. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 29 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että välitysmäntänä käytetään kalvotyyppistä mäntää.

31. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 30 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että välitysmäntä työnnetään takaisin ennen jännityspulssia olleeseen asemaansa iskulaitteen syöttövoimalla.

32. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 30 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että välitysmännän palauttamiseksi iskun jälkeen iskulaitteen suhteen iskua edeltäneeseen asemaansa asetetaan välitysmäntään vai-

kuttamaan erillinen iskulaitteen ja välitysmännän välillä vaikuttava voima, joka työntää välitysmäntää työkammioon päin.

33. Jonkin patenttivaatimuksen 19 - 32 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että välitysmäntää liikutetaan työkammiossa jännityspulssia
5 muodostettaessa muutamia millimetrejä.

LY

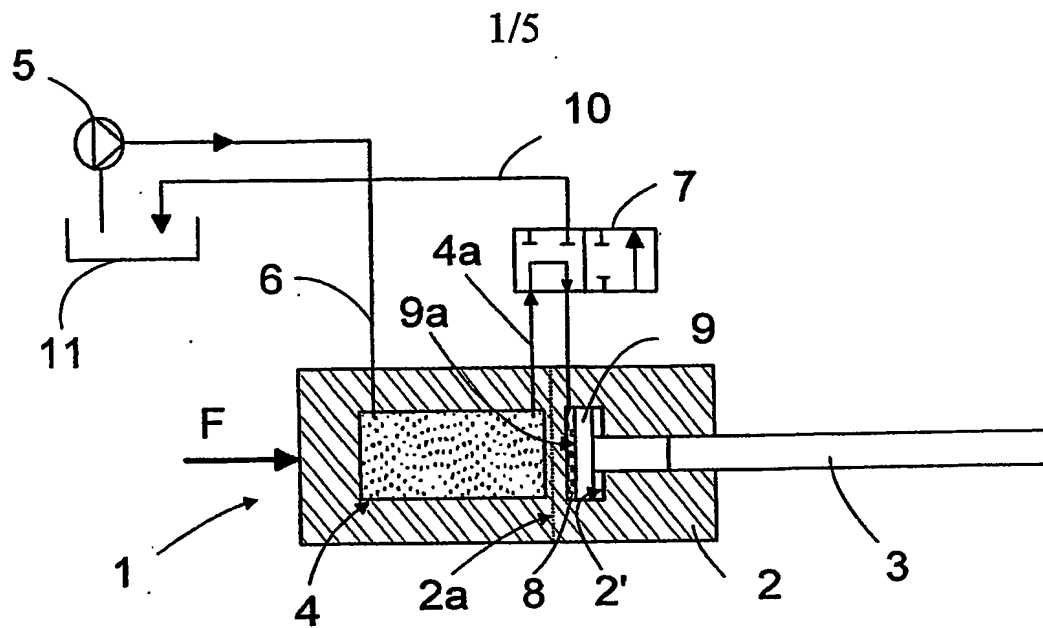


FIG. 1

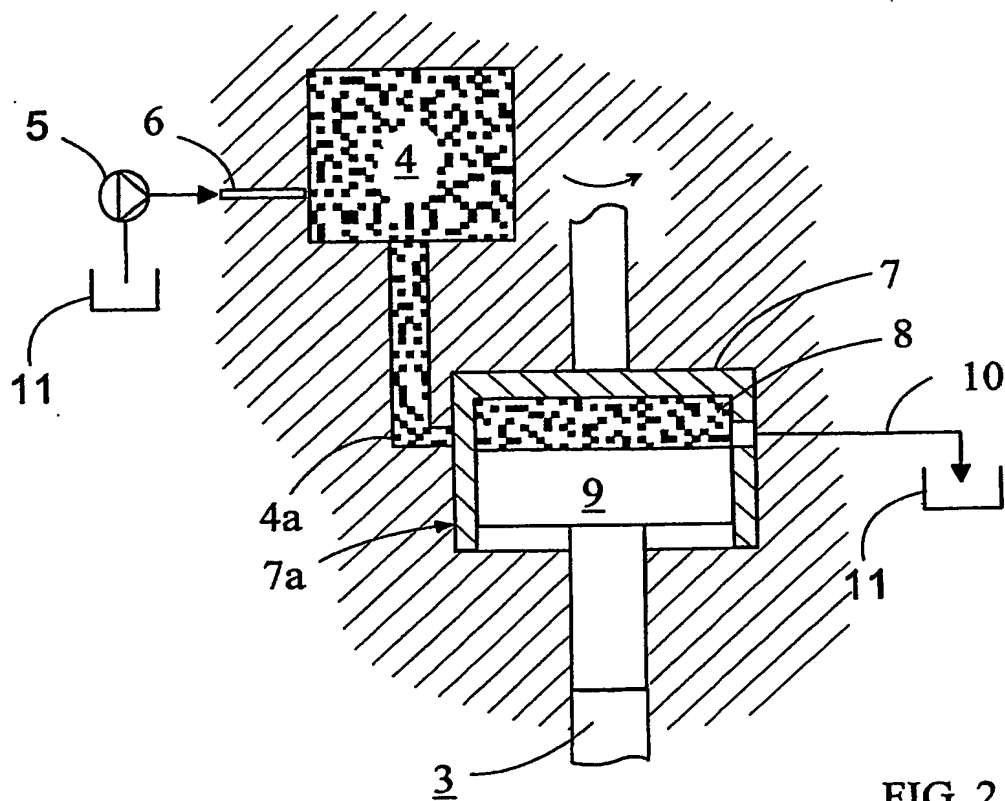


FIG. 2

44

2/5

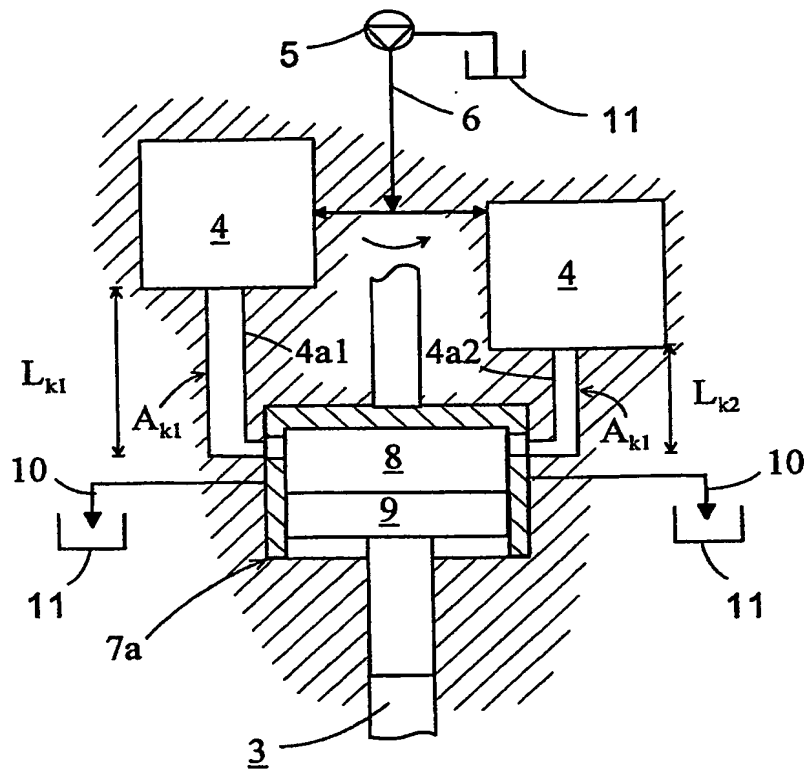


FIG. 3

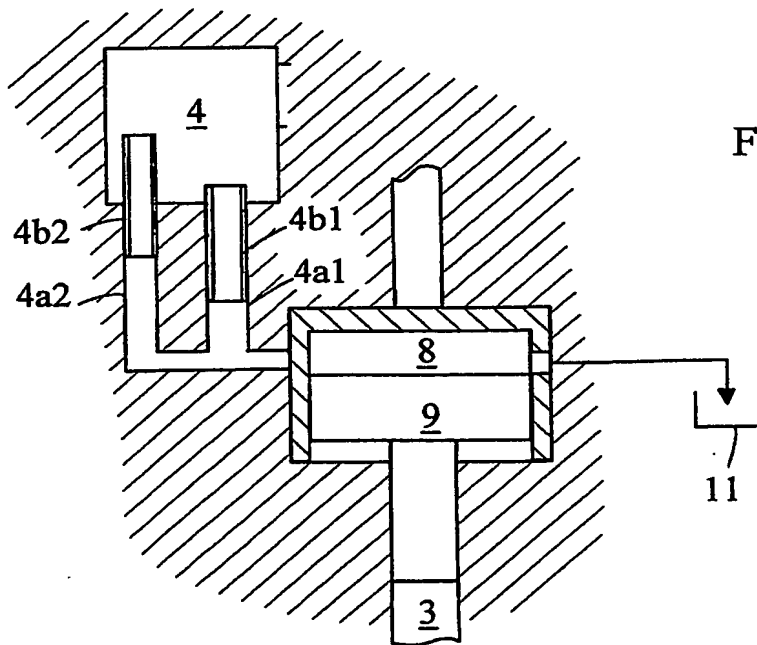


FIG. 7

24

3/5

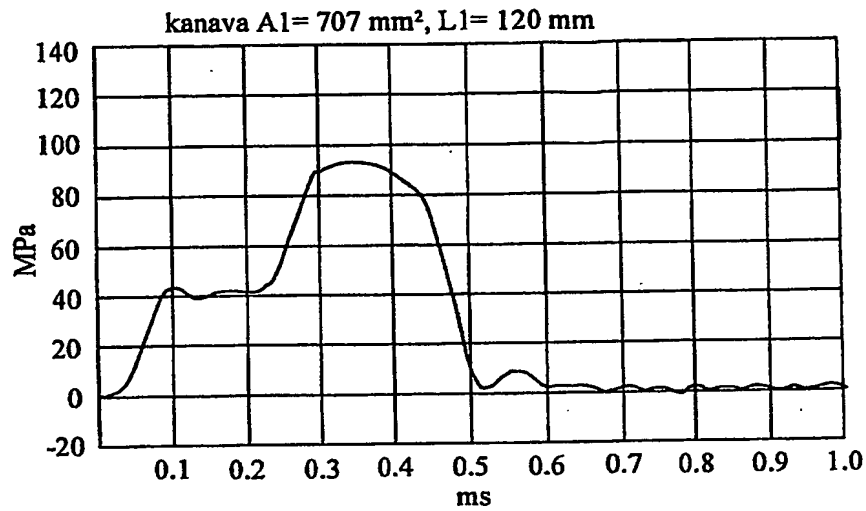


FIG. 4a

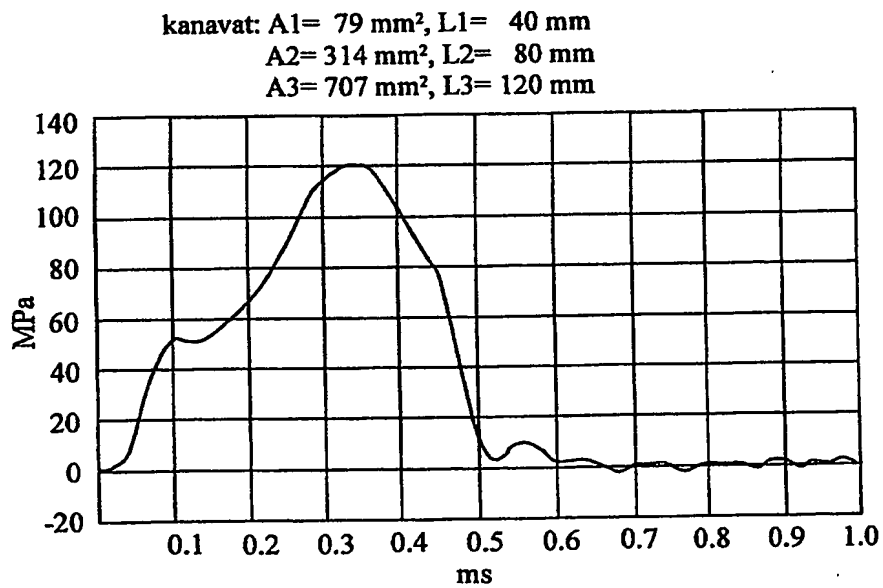


FIG. 4b

L4

4/5

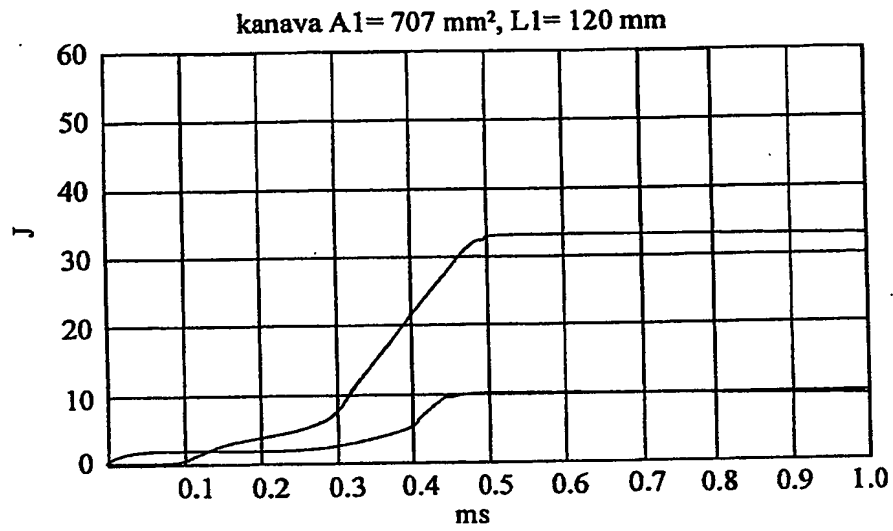


FIG. 5a

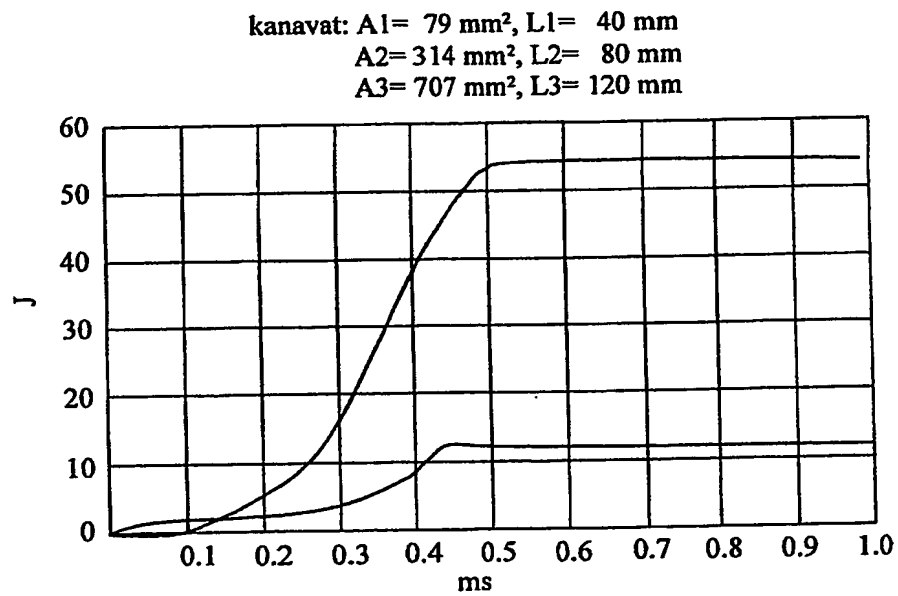


FIG. 5b

L4

5/5

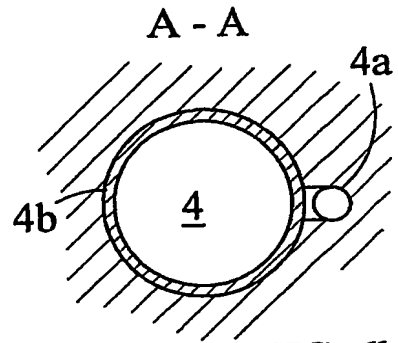


FIG. 6b

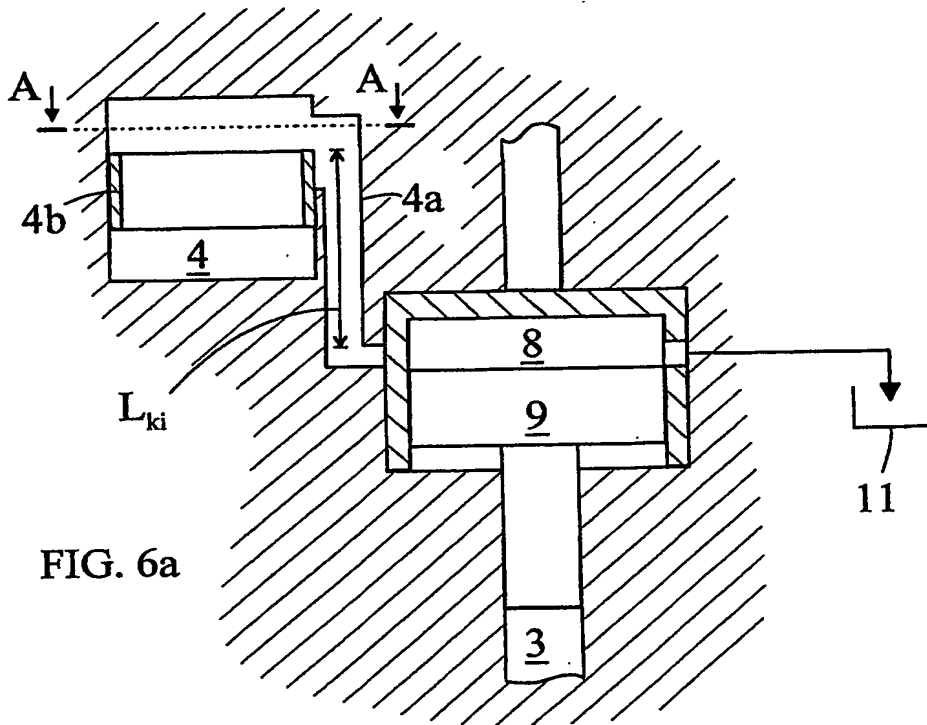


FIG. 6a

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.